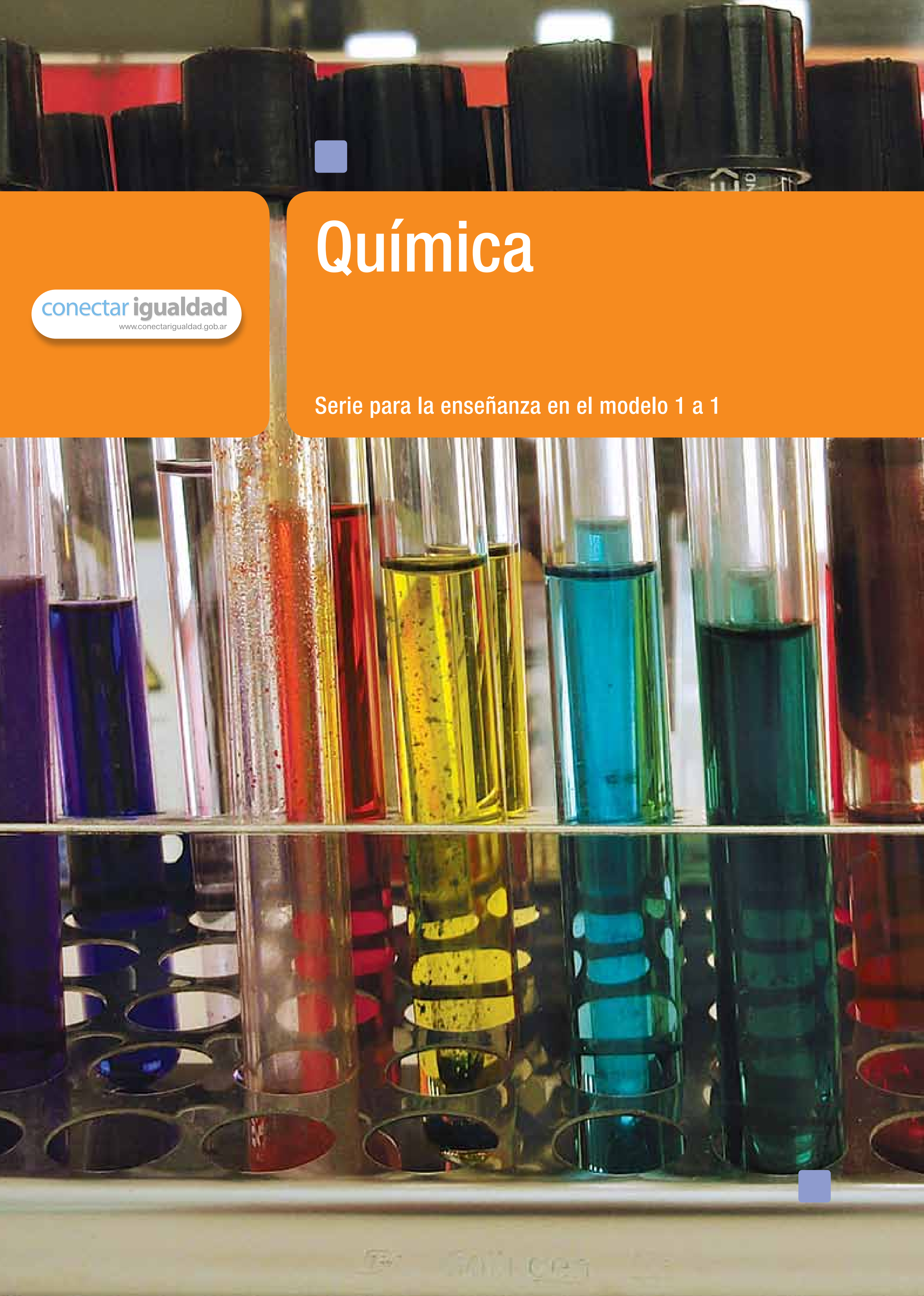


Química

conectar igualdad
www.conectarigualdad.gob.ar

Serie para la enseñanza en el modelo 1 a 1









Química

Gabriela Mohina y Patricia Moreno

Presidencia de la Nación



Autoras: **Gabriela Mohina y Patricia Moreno.**

Edición y corrección: **Martín Vittón.**

Diseño de colección: **Silvana Caro.**

Fotografía: **© Eva Garmendia Espinosa** (tapa), **ITE y Educ.ar.**

Ilustraciones: **Hugo Pérez y Paula Socolovsky.**

Coordinación de Proyectos Educ.ar S. E.: **Mayra Botta.**

Coordinación de Contenidos Educ.ar S. E.: **Cecilia Sagol.**

Líder de proyecto: **Magdalena Garzón.**

Mohina, Gabriela
Química / Gabriela Mohina y Patricia Moreno. - 1a ed. - Buenos Aires : Ministerio de Educación de la Nación, 2011.
32 p. ; 20x28 cm.

ISBN 978-950-00-0862-4

1. Material Auxiliar para la Enseñanza. 2. Química. I. Moreno, Patricia II. Título
CDD 371.33

ISBN: 978-950-00-0862-4
Queda hecho el depósito que dispone la ley 11.723.
Impreso en Argentina. Printed in Argentina.
Primera edición: mayo 2011.

Hemos emprendido un camino ambicioso: el de sentar las bases para una escuela secundaria pública inclusiva y de calidad, una escuela que desafíe las diferencias, que profundice los vínculos y que nos permita alcanzar mayor igualdad social y educativa para nuestros jóvenes.

En este contexto, el Programa Conectar Igualdad, creado por decreto del gobierno nacional N.º 459/10, surge como una política destinada a favorecer la inclusión social y educativa a partir de acciones que aseguren el acceso y promuevan el uso de las TIC en las escuelas secundarias, escuelas de educación especial y entre estudiantes y profesores de los últimos años de los Institutos Superiores de Formación Docente.

Tres millones de alumnos de los cuales somos responsables hoy integran el programa de inclusión digital. Un programa en el que el Estado asume el compromiso de poner al alcance de todos y todas la posibilidad de acceder a un uso efectivo de las nuevas tecnologías.

Un programa que le otorga a la escuela el desafío de ofrecer herramientas cognitivas y el desarrollo de competencias para actuar de modo crítico, creativo, reflexivo y responsable frente a la información y sus usos para la construcción de conocimientos socialmente válidos.

En nuestro país esta responsabilidad cobró vida dentro de la Ley de Educación Nacional N.º 26.206. En efecto, las veinticuatro jurisdicciones vienen desarrollando de manera conjunta la implementación del programa en el marco de las políticas del Ministerio de Educación de la Nación, superando las diferencias políticas con miras a lograr este objetivo estratégico.

Para que esta decisión tenga un impacto efectivo, resulta fundamental recuperar la centralidad de las prácticas de enseñanza, dotarlas de nuevos sentidos y ponerlas a favor de otros modos de trabajo con el conocimiento escolar. Para ello la autoridad pedagógica de la escuela y sus docentes necesita ser fortalecida y repensada en el marco de la renovación del formato escolar de nuestras escuelas secundarias.

Sabemos que solo con equipamiento e infraestructura no alcanza para incorporar las TIC en el aula ni para generar aprendizajes más relevantes en los estudiantes. Por ello los docentes son figuras clave en los procesos de incorporación del recurso tecnológico al trabajo pedagógico de la escuela. En consecuencia, la incorporación de las nuevas tecnologías, como parte de un proceso de innovación pedagógica, requiere entre otras cuestiones instancias de formación continua, acompañamiento y materiales de apoyo que permitan asistir y sostener el desafío que esta tarea representa.

Somos conscientes de que el universo de docentes es heterogéneo y lo celebramos, pues ello indica la diversidad cultural de nuestro país. Por lo tanto, de los materiales que en esta oportunidad ponemos a disposición, cada uno podrá tomar lo que le resulte de utilidad de acuerdo con el punto de partida en el que se encuentra.

En tal sentido, las acciones de desarrollo profesional y acompañamiento se estructuran en distintas etapas y niveles de complejidad, a fin de cubrir todo el abanico de posibilidades: desde saberes básicos e instancias de aproximación y práctica para el manejo de las TIC, pasando por la reflexión sobre sus usos, su aplicación e integración en el ámbito educativo, la exploración y profundización en el manejo de aplicaciones afines a las distintas disciplinas y su integración en el marco del modelo 1 a 1, hasta herramientas aplicadas a distintas áreas y proyectos, entre otros.

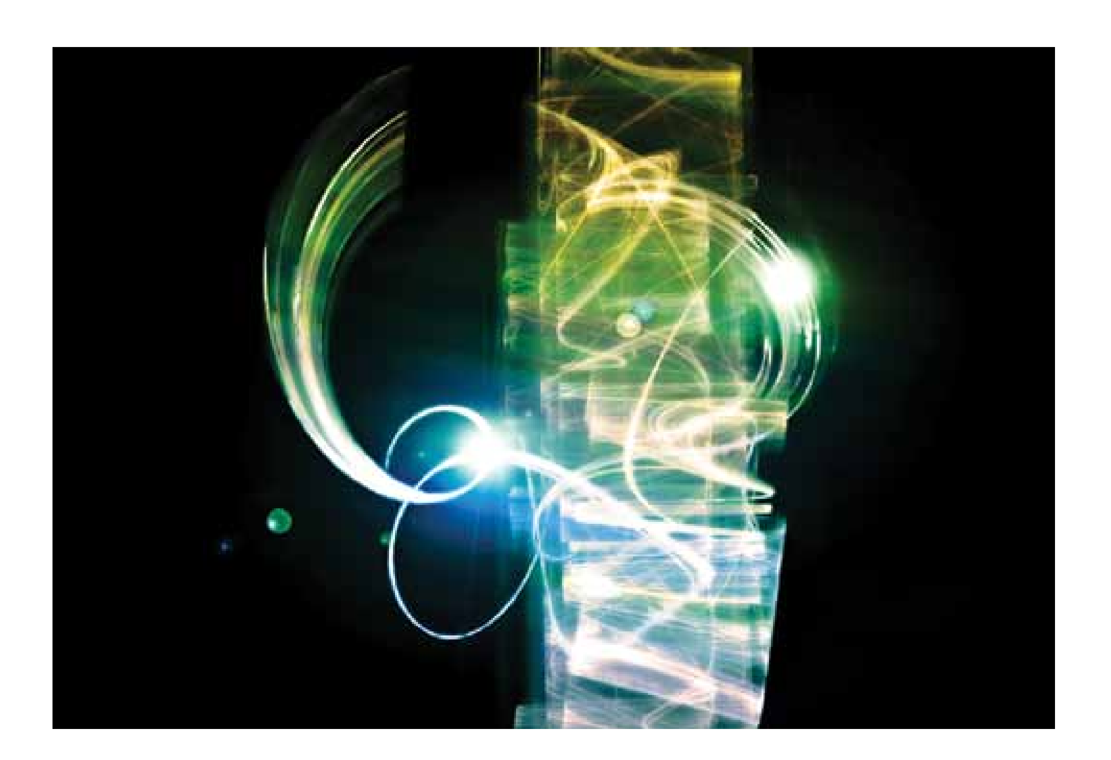
El módulo que aquí se presenta complementa las alternativas de desarrollo profesional y forma parte de una serie de materiales destinados a brindar apoyo a los docentes en el uso de las computadoras portátiles en las aulas, en el marco del Programa Conectar Igualdad. En particular, este texto pretende acercar a los integrantes de las instituciones que reciben equipamiento 1 a 1 reflexiones, conceptos e ideas para el aula. De esta manera, el Estado Nacional acompaña la progresiva apropiación de las TIC para mejorar prácticas habituales y explorar otras nuevas, con el fin de optimizar la calidad educativa y formar a los estudiantes para el desafío del mundo que los espera como adultos.

Deseamos que sea una celebración compartida este importante avance en la historia de la educación argentina, como parte de una política nacional y federal que tiene como uno de sus ejes fundamentales a la educación con inclusión y justicia social.

Prof. Alberto Sileoni
Ministro de Educación de la Nación

Índice

Introducción



El mundo contemporáneo se ha visto conmovido por grandes cambios en diversas áreas del conocimiento humano, y la naturaleza no ha quedado ajena a ellos; de ahí el papel preponderante de la Química en el desarrollo de diferentes investigaciones. Es fundamental que los ciudadanos comprendan estos cambios para que así puedan tomar las decisiones adecuadas sobre el control social de la ciencia y la tecnología.

La vida cotidiana y los medios de comunicación masiva permiten la interacción entre las personas y las diferentes áreas del saber, y en ese marco Internet ha cobrado gran protagonismo en la vida de los alumnos, gracias a las redes sociales, los servicios de mensajería, los correos electrónicos, etcétera.

Hoy en día se habla de **tecnociencia** o **complejo científico-tecnológico** para designar el conjunto de actividades de investigación, desarrollo e innovación (i + d + i) en las que ciencia y la tecnología están intensamente imbricadas y se refuerzan para conseguir un beneficio mutuo, tanto en sus procedimientos como en sus resultados. Aunque este término tiene su origen en los estudios CTS (Latour, 1987), en la actualidad está muy difundido en diversos ámbitos. Por eso es importante que los docentes nos familiaricemos con estas herramientas y comprendamos que la sociedad está sumergida en un ambiente en el que impera la megainformación: los alumnos están bombardeados por una gran cantidad de diversas fuentes que pueden producir saturación informativa. Por ello es conveniente que enfoquemos nuestros procesos de enseñanza en ese contexto, ya que en un futuro cercano, y con la incorporación masiva de las TIC, se producirá un cambio en el enfoque de los procesos de enseñanza y de aprendizaje para el cual debemos estar preparados.

Como señala Pozo (1996), se puede caracterizar a la nueva cultura del aprendizaje que se avecina con tres rasgos esenciales:

- la información,
- el conocimiento múltiple, y
- el aprendizaje continuo.

En la sociedad de la información la escuela ya no constituye la fuente primera, y a veces ni siquiera la fuente principal de conocimiento, por eso lo que necesitan los alumnos de la educación científica no es acumular más información, sino desarrollar la capacidad de buscarla, seleccionarla, organizarla e interpretarla. La escuela ya no puede proporcionar toda la información relevante, pero sí puede formar a los estudiantes para poder acceder a ella y darle sentido, proporcionando a ellos capacidades de aprendizaje que les permitan una asimilación crítica de la información (Pozo y Gómez Crespo, 1998).

Además de la incorporación de las TIC a la enseñanza de la Química, cabe aclarar el enfoque epistemológico que deseamos transmitir: acordamos con el punto de vista de la didáctica de las ciencias que subraya el papel esencial de la alfabetización científica de los alumnos, en miras a su participación futura en las decisiones tecno-científicas.

En general, los currículos de ciencias se centran en los contenidos conceptuales que se rigen por la lógica interna de cada disciplina y dejan de lado la formación sobre la ciencia misma, es decir, su definición; su funcionamiento interno y externo; cómo se construye y desarrolla el conocimiento que produce; los métodos para validar este conocimiento; los valores implicados en las actividades; la naturaleza de la comunidad científica; los vínculos con la tecnología; las relaciones de la sociedad con el sistema tecno-científico y, viceversa, sus aportes a la cultura y al progreso de la sociedad. Todos estos aspectos constituyen, a grandes rasgos, la mayor parte de lo que se conoce como **naturaleza de la ciencia** (NDC o NOS, en inglés), entendida en un sentido amplio y no exclusivamente reducido a lo epistemológico (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2004). En didáctica de las ciencias existe un consenso generalizado –pese a los sectores discrepantes– sobre el objetivo prioritario de la educación científica: que los estudiantes de educación secundaria y bachillerato lleguen a adquirir una mejor comprensión de la NDC debería ser irrenunciable y primordial en cualquier curso de ciencias (Matthews, 1998; McComas, Clough y Almazroa, 1998; Ziman, 2000). Además, debemos recordar otro componente esencial: la educación en valores, enseñar a reflexionar sobre las opciones posibles teniendo en cuenta los aspectos éticos que impregnan el trabajo científico (Acevedo, 1996; Martín, Osorio y López-Cerezo, 2001; Waks, 1996).

En suma, esta visión de la enseñanza de la ciencia tiene como puntos fundamentales:

- Formar ciudadanos capaces de participar en democracia.
- Brindar conocimientos para analizar la realidad.
- Desarrollar las destrezas para manejarse en el mundo.
- Fomentar actitudes participativas abiertas al diálogo, la negociación y la toma de decisiones en relación con los problemas asociados al desarrollo científico y tecnológico.

Hoy más que nunca, urge la necesidad de formar ciudadanos capaces de intervenir en las decisiones concernientes a la ciencia y la tecnología contemporáneas, desde cuestiones más generales, como la orientación y el control democrático de las prioridades en la investigación científica y el desarrollo tecnológico, hasta las más próximas y cotidianas, como las relacionadas con las numerosas controversias medioambientales que surgen en la sociedad o con las decisiones personales que, por ejemplo, se toman respecto de la salud o elconsumo. Es probable que los ciudadanos así educados se interesen mucho más por la comprensión pública de la Ciencia y la difusión de la cultura científica.

De la vida cotidiana al laboratorio

El desarrollo de las competencias básicas para desenvolverse en el mundo actual requiere visiones actualizadas de la Química que consideren tanto las exigencias de los proyectos ministeriales e institucionales, como los intereses de los individuos y de las diferentes regiones.

También es importante incorporar los conocimientos científicos al saber cotidiano de los alumnos. Es decir, el conocimiento cotidiano, que tan bien funciona en nuestra vida diaria, debe ser capitalizado en las aulas, y a partir de él construir el universo cognitivo escolar como un paso intermedio entre este y el conocimiento científico.

En general, se pretende “desterrar” la información que tienen los alumnos y reemplazarla por otra, suponiendo a priori que el conocimiento cotidiano es errado y el científico el verdadero. No debemos caer en ninguna de estas dos simplificaciones. El conocimiento escolar es diferente del académico, adecuado a la edad y aptitudes de los estudiantes. A pesar de la incompatibilidad epistemológica de ambos, la transición de uno al otro es posible, para lo cual es indispensable una reestructuración radical.

Por otro lado, la ciencia escolar suele transmitir una imagen arcaica de la ciencia académica, al mismo tiempo que descuida el tratamiento

de temas relacionados con la macrociencia (*big science*) y la tecnociencia contemporáneas, hoy presentes en los laboratorios de diversas instituciones públicas, como universidades, hospitales, fundaciones, ejércitos; empresas privadas, tales como industrias, corporaciones farmacéuticas, entre otras. Asimismo, cabe tener en cuenta que los rasgos epistemológicos característicos de la ciencia académica no coinciden con los de la tecnociencia que se viene desarrollando desde el último cuarto del siglo XX y su naturaleza no responde a los mismos patrones ni, por supuesto, a la misma axiología (Acevedo, 1997; Echeverría, 2003).

La macrociencia es una modalidad de la ciencia característica del siglo XX que cambió la práctica científica. Un proyecto puede considerarse macrocientífico cuando su realización requiere una parte significativa del producto bruto interno (PBI) de un país. Este criterio económico fue introducido por Alvin W. Weimberg en 1961 y se usó como un estándar en los Estados Unidos. Posteriormente, en un simposio organizado por la Universidad de Stanford en 1988, Bruce Hevly caracterizó la macrociencia por la concentración de recursos humanos y materiales en un número muy limitado de centros de investigación y el desarrollo de proyectos científicos con relevancia política y social que contribuyen a incrementar el poder militar, el potencial industrial, la salud o el prestigio nacional. La fabricación de las primeras bombas atómicas en Los Álamos es un caso paradigmático de proyecto macrocientífico militarizado. Otros ejemplos son el ENIAC, de la Moore School de Pennsylvania, para fabricar la primera computadora electrónica y el proyecto Hubble, de la NASA, para la construcción del famoso telescopio espacial, entre otros. Se pueden consultar más proyectos macrocientíficos en los libros de Sánchez-Ron (1992) y de Echeverría (2003).



La visión actual sobre la enseñanza de la Química incluye:

- la estructura de los materiales y las transformaciones que en ellos se producen;
- la importancia de esta disciplina en las actividades cotidianas;
- la capacidad de detectar, valorar y resolver problemas en la vida del hombre relacionados con los recursos naturales, los procesos industriales, el cuidado de la salud y la protección del medioambiente.

El estudio de la contaminación del agua

Teniendo en cuenta las tendencias actuales en didáctica de la ciencia que contemplan la incorporación de contenidos referidos a la enseñanza de la NDC dentro de un enfoque ciencia-tecnología-sociedad (CTS), consideramos

pertinente elegir como tema la contaminación ambiental, para incorporar, a partir de un problema real, los contenidos de la Química que nos permiten dar una explicación más adecuada y profunda sobre el tema.

La problemática de la contaminación del agua nos permite abordar contenidos específicos de Química en un tema de interés y preocupación general que favorece la integración de diversos tópicos de la propia disciplina (sistemas materiales, soluciones, uniones químicas, geometría molecular, propiedades de las sustancias), con aspectos de la NDC, dentro del marco del enfoque CTS antes mencionado.

El abordaje de un asunto tan complejo abre la posibilidad de relacionarlo con diferentes temáticas a desarrollarse a lo largo del año: reacciones químicas, gases, concepto de equilibrio químico, concepto de ácidos y bases, lo que permite un desarrollo espiralado de los contenidos que facilitará la retroalimentación del alumno en cada paso del camino hacia la construcción del conocimiento químico.

Por otro lado, nos ayuda a atraer la atención de los alumnos con una problemática actual, hasta quizá regional, que los acerca a la Química desde otro lugar: desde el de ciudadano preocupado por las cuestiones ambientales que nos atañen a todos. Generamos así la necesidad de involucrarse, no sólo en el problema planteado sino en la construcción de su propio conocimiento como ciudadanos críticos, capaces de ofrecer sus propias respuestas a los problemas socio-ambientales.

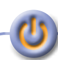
Las actividades sugeridas de ninguna manera pretenden convertirse en “una receta a seguir”. Cada docente puede –y debe– adaptarlas a su grupo de alumnos, ya sea en cuanto a la profundidad de los contenidos, el número de actividades realizadas o el orden en que se realizarán.



La selección realizada tiene como objetivo mostrar un abanico de posibilidades que en ningún caso es abarcativo ni absoluto. Del mismo modo, debe entenderse que la falta de unidades de tiempo para cada actividad contempla el hecho de que es el docente quien conoce cómo funciona el grupo de alumnos, con qué posibilidades cuenta y el tiempo del que dispone para el desarrollo de las tareas.

No debemos perder de vista que la determinación de una secuencia didáctica se basa en una decisión compleja que resulta tanto de criterios vinculados con la estructura lógica del conocimiento a enseñar como de las ideas relativas acerca del proceso por el cual el alumno aprende o accede a este tipo de conocimiento en particular (criterio psicológico).

Dada la compleja ecuación que resulta de la escasez de tiempo de enseñanza y la abundancia de conocimientos que pretendemos transmitir, la existencia de criterios que orienten el proceso de planificación reviste una importancia central. Aquí es donde se ponen en juego la creatividad y el profesionalismo del docente, para poder llevar a cabo la tarea de manera que se facilite el acceso a contenidos científicos que conllevan un alto nivel de abstracción, además de constituir, en muchos casos, obstáculos epistemológicos en el aprendizaje de los alumnos.



Las actividades presentadas en este material tienen como objetivo que los alumnos incorporen algunos conceptos fundamentales de la Química, como por ejemplo los diferentes tipos de interacciones entre las partículas que forman los materiales y la influencia que ellas tienen en sus propiedades, relacionándolos con otros contenidos disciplinares ya vistos y, sobre todo, con una aplicación práctica concreta y cercana a la vida cotidiana.

1 Proyección y análisis de películas

Este capítulo intenta delinear el camino para hallar la respuesta al siguiente interrogante: ¿por qué el agua es el medio de transmisión de los contaminantes?

Tiene como objetivo despertar la curiosidad de los alumnos por un problema tan actual y cercano como la contaminación ambiental, pero vista también como un problema humanista, atendiendo a las cuestiones sociales que se presentan en ambos casos. A partir de esto, pretendemos generar la idea de responsabilidad social, que implica la participación tanto en la comprensión del problema como también en la búsqueda de soluciones.

En este punto es primordial que el docente remarque la importancia del contexto social, económico, político y los intereses de diferentes grupos sociales a la hora de tomar decisiones que parecen sólo del ámbito científico, como por ejemplo descubrir el efecto de ciertas sustancias en el funcionamiento del cuerpo humano o la metodología para eliminar esos contaminantes del agua.



En este capítulo trabajaremos con:

- Propiedades del agua y de sus contaminantes más comunes.
- Fórmulas químicas, estructuras de Lewis, geometría molecular, polaridad de las moléculas y la relación entre polaridad y propiedades como la solubilidad.
- Fuerzas intermoleculares.

Actividad 1. *Acción civil / Erin Brockovich*

1. Sugerimos que junto con sus alumnos miren una de estas dos películas o ambas: *Acción civil* (*A Civil Action*, de Steven Zaillian, 1998) o *Erin Brockovich* (de Steven Soderbergh, 1999). La idea es instalar el interrogante que guiará el desarrollo de las actividades: ¿cuál es la relación entre la estructura química y las propiedades de los materiales?
   Teniendo en cuenta las posibilidades, puede proyectarse una de las dos películas, o seleccionar fragmentos y trabajar a partir de dicha selección.

Word, procesador de textos de Microsoft Office.

Writer, procesador de textos de OpenOffice.

2. Esta tarea se desarrollará de manera individual. Luego de ver la película elegida, cada alumno podrá responder un cuestionario similar al propuesto. El docente agregará, quitará o modificará las preguntas, según su propio criterio o el enfoque particular que quiera dar a la actividad. Para responder el cuestionario, pueden utilizar el procesador de textos.
   a) ¿Cuál es el problema planteado?
   b) ¿Qué evidencias hay del problema?

c) ¿Qué hipótesis se formulan como respuesta al problema planteado?
d) ¿Cómo se obtienen los datos para justificar la hipótesis?
e) ¿Qué dificultades se presentan durante la investigación?
f) ¿Cuál es la solución sugerida?
g) ¿Qué dificultades se presentan para poner en práctica dicha solución?

Esta primera aproximación al problema nos permite explorar cuestiones epistemológicas que atañen al quehacer científico:

Formulación de hipótesis como respuesta a un problema

↓

Búsqueda y recolección de datos que confirmen (o rechacen) esa hipótesis

↓

Experimentación y observación necesarias para contrastar dichas hipótesis

↓

Corroboración / refutación de hipótesis

3. Dependiendo de sus intereses, del tiempo y de los recursos disponibles, el docente profundizará en algunos o en todos estos aspectos al analizar la película con los alumnos, teniendo en cuenta las respuestas obtenidas del cuestionario. Además, puede incorporar todo el material que considere adecuado para complementar y reforzar los contenidos a enseñar. Por ejemplo, relatos breves de algunos episodios de la historia de la ciencia donde estos aspectos se pongan en evidencia, el planteo de algún problema local o regional relacionado con la vida cotidiana de los alumnos, entre otros.

4. Para finalizar, se sugiere que los alumnos busquen información teórica (del ámbito de la filosofía de la ciencia) que respalde sus argumentaciones, como por ejemplo: qué se entiende en ciencias por hipótesis, cómo se contrastan, cómo la comunidad científica valida y acepta cierto conocimiento y descarta otro, la valoración de ese conocimiento (ciencia neutra, ciencia imparcial, ciencia interpenetrada por valores), etcétera.

Actividad 2. Edición de un video

1. **Se propondrá a los alumnos que, reunidos en grupos de tres o cuatro, armen / editen un video seleccionando algunas escenas de la película vista que justifiquen las respuestas dadas a las preguntas del cuestionario inicial. Para realizar esta actividad pueden utilizar el programa Movie Maker, disponible en los equipos portátiles.**

   Si los alumnos no se hallan familiarizados con este programa, recomendamos que el docente efectúe una primera selección de escenas sobre algún tema de interés tratado en las películas y ensaye la justificación de su elección para mostrar cómo deberían realizar la actividad sugerida. Esto dará tiempo para que los estudiantes se organicen y realicen la tarea.

   El tiempo destinado a esta tarea de edición dependerá de la habilidad con que los alumnos puedan utilizar el software requerido, que puede demorar desde un par de clases hasta la finalización de las actividades de este capítulo. En cada caso, la profundidad del análisis de los trabajos presentados diferirá, ya que los contenidos que los alumnos tendrán a su disposición para la discusión y justificación del producto realizado serán diferentes.

   Cada grupo mostrará la tarea realizada al resto del curso y justificará la selección hecha. Esta justificación debe tener un sustento teórico y no ser sólo una opinión, de ahí la sugerencia de profundizar, en la medida de lo posible, los contenidos de la actividad inicial.

Actividad 3. Debate sobre la película

1. **El docente puede generar un debate en clase sobre las respuestas obtenidas en el primer cuestionario y sobre las conclusiones obtenidas a partir de los videos realizados. Esta instancia puede resolverse de diferentes maneras:**
   - Organizando grupos de debate para cada película y haciendo una puesta en común.
   - Formando pequeños grupos que unifiquen las respuestas individuales y luego hacer la puesta en común. Este último caso agiliza la discusión, ya que cada grupo tendrá un vocero en representación de las ideas de todos los participantes.

   El debate tiene como objetivo que el docente oriente a los alumnos para que elaboren una justificación o argumentación y que indique los puntos a reforzar para la presentación oral del trabajo. A la vez, brinda

parte del tiempo necesario para que los grupos se ocupen de la edición de sus producciones y le sirve al docente para conocer las ideas que los alumnos tienen sobre la actividad científica y la base sobre la que deberá edificar los contenidos propuestos.

2. Del debate surgirán algunas ideas en común que se sugiere retomar a lo largo del desarrollo de los contenidos. Por ello es importante que cada alumno registre por escrito las conclusiones generales a las que han arribado luego de la exposición de todos los grupos, indicando los puntos de coincidencia y de divergencia en las opiniones vertidas. Pueden registrar las ideas en forma de **mapa conceptual** o utilizando el **procesador de textos**.

Pueden ver un tutorial en: http://escritorioalumnos.educ.ar/tutorial_de_cmaptools.html.


Word, procesador de textos de Microsoft Office.


Writer, procesador de textos de OpenOffice.

3. Se sugiere que hacia el final de la puesta en común, y para dejar la puerta abierta a los siguientes temas que se tratarán, se dirija la discusión hacia cuestiones como:
   - ¿Qué es la contaminación ambiental?
   - ¿Qué tipo de contaminación y contaminantes conocen?
   - ¿Por qué el agua es un buen medio de transmisión de los contaminantes?

   Estas preguntas servirán como punto de partida para el desarrollo de las siguientes actividades y permitirán indagar los conocimientos previos de los alumnos sobre estos contenidos específicos.


Marea negra.

4. En este punto, el docente también puede proponer como tarea la búsqueda de información ampliatoria.

2 Agua y química ambiental

Esta actividad tiene como objetivos repasar estructuras químicas sencillas y conceptos básicos como reacción, ecuación y fórmula química; también, usar programas que permiten a los alumnos manipular los modelos que representan estructuras químicas, para ir incorporando nociones fundamentales como la existencia de una geometría particular para cada molécula, vinculada con el tipo de átomos que se encuentran unidos.

Sugerimos que las consignas para esta actividad de repaso sean sencillas y acotadas, de modo que permitan recuperar los aspectos fundamentales que los alumnos necesitan para comprender y apropiarse de los nuevos contenidos a desarrollar en las actividades siguientes.

Las estructuras de Lewis y los modelos moleculares pueden realizarse con los programas ChemSketch y Avogadro.

El uso de infografías permite que los alumnos tengan acceso a información variada y a las relaciones que existen entre los contenidos presentados, en una sola página.

Este tipo de materiales atraen visualmente a los alumnos y generan una buena predisposición a la hora de trabajar. La información está resumida, lo que implica poco tiempo de lectura y mucho espacio para el debate.

1. **Sugerimos que el docente les proponga a sus alumnos la lectura y el análisis de la infografía "Agua y química ambiental" (páginas 20 y 21).**

Actividad 1. Uniones químicas, fórmulas y nomenclaturas

El objetivo de esta actividad es repasar lo aprendido sobre las estructuras químicas sencillas y sobre los conceptos básicos, como reacción, ecuación y fórmula química. La noción de forma y volumen de las moléculas, representada en el concepto de geometría molecular, es fundamental para que luego puedan incorporar el concepto de polaridad, que, a su vez, se necesita para comprender las diferentes interacciones entre las moléculas.

También se propone el uso de programas que permiten manipular los modelos que representan estructuras químicas.

Les sugerimos que las consignas para esta actividad sean sencillas y acotadas, de modo que permitan recuperar los aspectos fundamentales que los alumnos necesitan para comprender y apropiarse de los nuevos contenidos a desarrollar en las actividades siguientes. Por ejemplo, se les puede pedir a los alumnos que reconozcan las partes de una ecuación química (reactivos y productos), que lean las ecuaciones correctamente (la sustancia A reacciona con la sustancia B para formar la sustancia C y la sustancia D; podría incorporarse el número de moles que reaccionan si el tema ya ha sido visto), que reconozcan el tipo de sustancia (iónica, molecular, óxido, sal, etc.), que nombren los sustancias conocidas, etcétera.

1. En el texto de la infografía se mencionan varias sustancias relacionadas con la contaminación hídrica. Como muchas de las fórmulas presentadas ya son conocidas por los alumnos, les sugerimos que las identifiquen y organicen la información en un cuadro similar al siguiente:

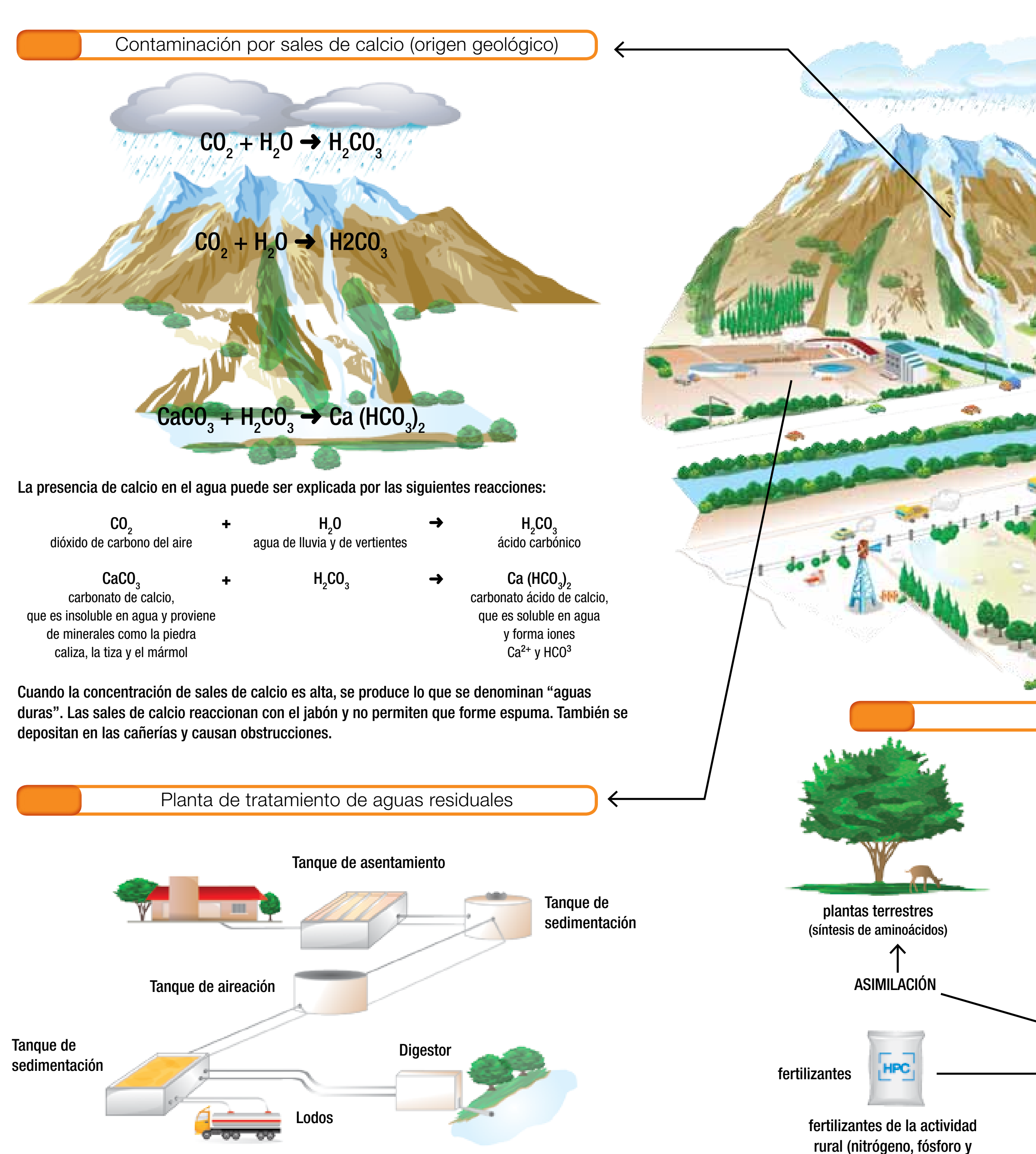
FÓRMULA	NOMBRE	CLASIFICACIÓN	TIPO DE COMPUESTO	ESTRUCTURA DE LEWIS	MODELO MOLECULAR
$CaCO_3$	Carbonato de calcio	Sal ternaria (oxosal)	Iónico		
CO_2	Dióxido de carbono	Óxido	Molecular		

2. En algunos casos sólo se menciona el nombre de las sustancias en el texto. Se podría utilizar esa información para que los alumnos busquen sus fórmulas, propiedades físicas, químicas, usos, presencia en la naturaleza, toxicidad y fichas de seguridad (*safety cards*), entre otros datos. Se sugiere que los alumnos incorporen esta información al cuadro anterior. En la infografía se mencionan sustancias como el DDT, cuya fórmula es demasiado compleja para realizar la estructura de Lewis o el modelo molecular. Sin embargo, queda a su criterio el trabajo a realizar con este tipo de información.

Las fichas de seguridad o *safety cards* pueden consultarse en español en la siguiente dirección: http://www.insht.es > Documentación > Fichas internacionales de seguridad química (FISQ).

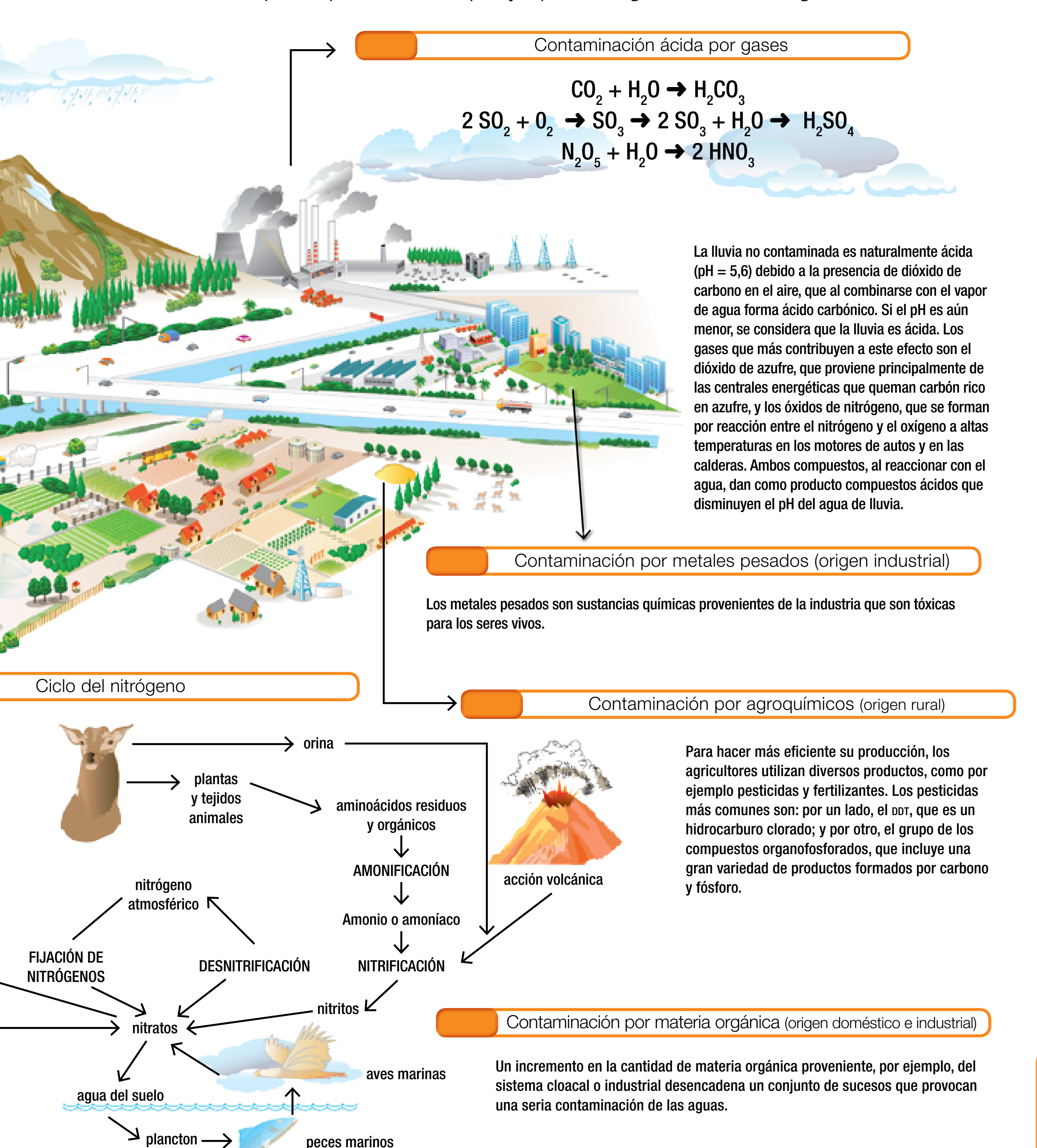
Agua y química ambiental

El agua circula sobre la superficie del suelo formando arroyos y ríos, o penetra en él para convertirse en agua subterránea. Ni el agua subterránea ni la superficial son completamente puras, ya que a su paso disuelven sustancias presentes en el aire, en el suelo y en las rocas. No es necesario eliminar estas sustancias al potabilizar el agua, ya que son inofensivas en las concentraciones en las que generalmente se encuentran. Incluso algunos iones como



Las aguas residuales contienen residuos provenientes de las diversas actividades desarrolladas por los seres humanos (industrial, vivienda, artesanal, etc.). Para disminuir los efectos que pueden causar los residuos, es necesario eliminarlos antes de devolverlos a los sistemas hídricos locales.

el calcio son esenciales para la salud. Sin embargo, hay sustancias que sí pueden ser nocivas para la salud según su concentración en el agua. En este caso se dice que el agua está contaminada. La contaminación química de ríos y arroyos puede ser puntual, cuando proviene de fuentes identificables como fábricas y desagües, y no puntual cuando las fuentes no pueden precisarse, como por ejemplo si se origina en la actividad agrícola.



Contaminación ácida por gases

$$CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$$

$$2\,SO_2 + O_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow 2\,SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$$

$$N_2O_5 + H_2O \rightarrow 2\,HNO_3$$

La lluvia no contaminada es naturalmente ácida (pH = 5,6) debido a la presencia de dióxido de carbono en el aire, que al combinarse con el vapor de agua forma ácido carbónico. Si el pH es aún menor, se considera que la lluvia es ácida. Los gases que más contribuyen a este efecto son el dióxido de azufre, que proviene principalmente de las centrales energéticas que queman carbón rico en azufre, y los óxidos de nitrógeno, que se forman por reacción entre el nitrógeno y el oxígeno a altas temperaturas en los motores de autos y en las calderas. Ambos compuestos, al reaccionar con el agua, dan como producto compuestos ácidos que disminuyen el pH del agua de lluvia.

Contaminación por metales pesados (origen industrial)

Los metales pesados son sustancias químicas provenientes de la industria que son tóxicas para los seres vivos.

Contaminación por agroquímicos (origen rural)

Para hacer más eficiente su producción, los agricultores utilizan diversos productos, como por ejemplo pesticidas y fertilizantes. Los pesticidas más comunes son: por un lado, el DDT, que es un hidrocarburo clorado; y por otro, el grupo de los compuestos organofosforados, que incluye una gran variedad de productos formados por carbono y fósforo.

Contaminación por materia orgánica (origen doméstico e industrial)

Un incremento en la cantidad de materia orgánica proveniente, por ejemplo, del sistema cloacal o industrial desencadena un conjunto de sucesos que provocan una seria contaminación de las aguas.

Actividad 2. Problemas ambientales relacionados con la contaminación hídrica

1. Para profundizar los temas mencionados en el texto, les proponemos indagar sobre:
   - El problema de la lluvia ácida.
   - El uso de fertilizantes y pesticidas relacionado, por ejemplo, con la temática actual del uso de glifosato en la soja transgénica y los herbicidas utilizados como armas de guerra (agente naranja).
   - La contaminación por materia orgánica. Este puede ser un contenido transversal para tratarse conjuntamente con el área de Biología relacionándolo, por ejemplo, con el estudio de distintos microorganismos, sus características y cómo afectan a la salud.
   - La contaminación a partir de actividades industriales. Para este tema les recomendamos ver la película *Tierra sublevada: oro impuro*. (Pino Solanas, 2009).

2. En muchas provincias de nuestro país la población se ve afectada por distintos tipos de contaminación. Resultaría interesante que los alumnos busquen información sobre las zonas más afectadas a partir de datos relacionados con los problemas de salud que esto ocasiona. A modo de ejemplo, sugerimos trabajar con un caso detectado recientemente en la provincia de Buenos Aires: en la ciudad de Carlos Casares se descubrió un alto contenido de arsénico en el agua de red. Este problema se conoció a partir de una investigación hecha por una docente de esa localidad con sus alumnos. Puede encontrarse información sobre este tema en particular en diarios on line.
   Algunos otros ejemplos sobre los que se puede trabajar:
   - Tratamiento de aguas residuales. Este tema puede servir tanto para repasar contenidos relacionados con sistemas materiales y métodos de separación de fases, como para averiguar sobre los métodos específicos de las plantas de tratamiento de aguas residuales.
   - Reacciones químicas, por ejemplo, involucradas en los distintos procesos vistos. Las reacciones vistas en esta actividad pueden retomarse en otro momento del año como ejemplos. El hecho de operar con procesos ya vistos facilitará la incorporación de los nuevos contenidos a la red de conceptos que el alumno ya ha construido durante esta parte del desarrollo de los temas.

   Se recomienda que los alumnos visiten plantas potabilizadoras o de tratamiento de aguas residuales para que comprendan mejor estos procesos.

http://www.perfil.com/
http://www.clarin.com/
http://www.pagina12.com.ar/

Actividad 3. Propiedades del agua

1. Para facilitar la comprensión de los temas siguientes, sugerimos retomar la información de la actividad 2 y profundizar sobre las características y propiedades particulares del agua que la convierten en el solvente universal.

Actividad 4. Solubilidad de la sal y el azúcar en agua

1. Para trabajar el tema de solubilidad en agua de un compuesto iónico como el cloruro de sodio (sal común) y otro molecular como la sacarosa (azúcar de mesa), les proponemos que miren con sus alumnos dos **animaciones**.
   a) El objetivo es que los alumnos detecten las características comunes en ambas situaciones para poder generar una explicación del proceso de disolución en agua.
   b) Luego de ver las animaciones, los alumnos podrán redactar una descripción mientras el docente los guía con la explicación.

Las animaciones se encuentran disponibles en:
Solubilidad de NaCl en agua: http://www.mhhe.com/physsci/chemistry/essentialchemistry/flash/molvie1.swf
Disolución de azúcar en agua (para descargar): http://iesdmjac.educa.aragon.es/PortalFQ/anima/Dissolving_Sugar_Non-electrolyte.exe

Actividad 5. Sustancias contaminantes del agua

1. Les proponemos que los alumnos investiguen sobre sustancias que pueden contaminar el agua, y que luego completen un cuadro como el siguiente. El objetivo principal reside en mostrar la relación entre el tipo de sustancias y la solubilidad en agua.

FÓRMULA	NOMBRE	CLASIFICACIÓN	TIPO DE SUSTANCIAS	SOLUBILIDAD EN AGUA	POLARIDAD
$FeCl_3$	Cloruro férrico	Sal binaria	Iónica	Sí	-----------
CH_4	Metano	Hidrocarburos	Molecular	No	No polar

Pueden complementar el cuadro realizando las estructuras de Lewis correspondientes y los modelos moleculares.

La necesidad de postular la existencia de estas interacciones en el modelo corpuscular de la materia puede abordarse a partir del análisis de los diferentes estados de la materia, especialmente al explicar la existencia de materiales sólidos y líquidos. El objetivo no es un análisis exhaustivo sino de la relación entre la estructura de las sustancias y sus propiedades.

3 Las interacciones entre partículas

Para armar mapas conceptuales pueden utilizar el programa CmapTools, disponible en los equipos portátiles.

Estas actividades tienen como objetivo que los alumnos busquen información en distintas fuentes sobre los tipos de interacciones que se presentan entre las partículas de los distintos materiales y que armen un mapa conceptual. La técnica del mapa conceptual permite expresar y coordinar conceptos o proposiciones mediante la representación gráfica. En el ámbito de las ciencias, los mapas conceptuales son herramientas muy útiles porque ofrecen a los alumnos un método visual para organizar su propio pensamiento y establecer conexiones entre materias. En efecto, el uso de mapas conceptuales en Química incrementa las conexiones entre los conceptos propios del área y mejora los enlaces con otras áreas.

+ información:
CÓRDOVA FRUNZ, José Luis: "La química y la cocina", en *La Ciencia desde México*, n.° 93, FCE, 1990.

Las actividades aquí presentadas también se proponen que los alumnos desarrollen capacidad crítica para leer la información en forma selectiva, evaluarla y cuestionarla. Este es uno de los desafíos educativos fundamentales que genera el empleo de las nuevas tecnologías. Esta capacidad se llama hiperlectura, y por medio de ella se aprende a:

- realizar conexiones entre los hallazgos;
- poner en duda los enlaces que otros proporcionan;
- evaluar las fuentes de esos enlaces, y
- preguntarse por las omisiones, es decir, qué cosas o personas no están allí.

Actividad 1. Aplicación de los conceptos vistos

1. **Les proponemos hacer una puesta en común de los trabajos. La discusión de los mapas debe recuperar los conceptos y las relaciones más importantes que caracterizan a las interacciones entre las partículas, especialmente aquellos aspectos que permiten entender y explicar las propiedades de los materiales. En este punto sugerimos que el docente incorpore distintos ejemplos para que los alumnos apliquen los conceptos investigados:**
   - Retomar la explicación dada en la actividad de las animaciones y complementarla o modificarla teniendo en cuenta los nuevos conceptos aprendidos.
   - Explicar por qué se disuelven las sustancias contaminantes investigadas en la actividad 5 (página 23), incorporando los conceptos sobre fuerzas intermoleculares.
   - Trabajar con distintas sustancias y pedirles a los alumnos que anticipen si serán o no solubles en agua, y que luego busquen información que sustente sus anticipaciones. En la instancia experimental tendrán la posibilidad de explicar los resultados obtenidos.

- Relacionar la intensidad de las interacciones entre las partículas con los cambios de estado aplicando el modelo corpuscular. Por ejemplo, que expliquen la diferencia en el punto de ebullición de diferentes sustancias; y también por qué el agua es líquida a temperatura ambiente y el amoníaco es gaseoso a la misma temperatura, etc. En este último caso, debe destacarse que, a pesar de que el tipo de interacciones presentes es igual, su intensidad no lo es. El otro punto importante para evitar que queden ideas equivocadas tiene que ver con diferenciar la intensidad del tipo de interacción.
  Se sugiere dar casos en los que una sustancia entre cuyas moléculas sólo se presenten fuerzas de London tenga un punto de ebullición mayor que otra en la cual se presenten interacción dipolo-dipolo y/o puente de hidrógeno.

2. **Les proponemos una actividad experimental para realizar en el laboratorio o en el aula. El docente diseñará una práctica experimental con los recursos que tenga disponibles, que les permita a los alumnos vincular la conductividad eléctrica con materiales metálicos (en estado sólido), iónicos fundidos o en solución acuosa, y moleculares, polares y no polares. En la página 27 encontrarán una guía de trabajo práctico para esta actividad.**

3. **Les sugerimos que los alumnos filmen el trabajo completo y que luego incorporen esa filmación a la presentación con diapositivas que realizarán como actividad de síntesis. Les recomendamos que además los alumnos presenten un informe escrito que sistematice y fundamente los resultados obtenidos, relacionando la estructura química de las sustancias con la conductividad eléctrica.**

En la guía para el trabajo práctico se incorporó un cuestionario para conocer las ideas previas de los alumnos, para corroborar quiénes han adquirido ya algunos conceptos básicos y quiénes aún deben afianzarlos. Algunas afirmaciones se incluyeron con la finalidad de mostrar contradicciones o inconsistencias en las respuestas de los alumnos, a partir de las cuales recomendamos trabajar para dar claridad a los conceptos que deben ser aprendidos.

Este cuestionario también puede utilizarse como actividad previa al desarrollo de fuerzas intermoleculares, para indagar las ideas previas de los alumnos sobre la relación entre la estructura química de las sustancias y sus propiedades.

Síntesis de lo aprendido

PowePoint, programa para crear presentaciones de Microsoft Office.

Impress, programa para armar presentaciones de OpenOffice.

Como trabajo final, se propone que los alumnos realicen en forma grupal una presentación sobre los distintos tipos de interacciones entre partículas y su influencia en las propiedades de las sustancias que deberán defender en una jornada de puesta en común.

Para este trabajo elegirán un caso de contaminación hídrica en nuestro país y lo analizarán en función de los contenidos vistos. Con esta actividad se busca que apliquen los contenidos vistos en un caso en particular y que puedan utilizar los trabajos realizados como fundamento y respaldo de las afirmaciones que presenten como resultado.

Se recomienda que los alumnos incorporen al trabajo noticias relacionadas con el caso elegido, teniendo en cuenta los aspectos científicos de la información, así como los sociales, en cuanto al público dirigido, el efecto que se desea lograr en el lector, etcétera.

Es importante guiar los trabajos de los alumnos para que incluyan tanto aspectos químicos, biológicos, ambientales como sociales.

Estas preguntas pueden servir para enmarcar la investigación:

- ¿Cuál es el contaminante?
- ¿Qué efectos produce sobre la salud y sobre el ambiente?
- ¿Cómo se origina dicha contaminación?
- ¿Qué propiedades tienen esos contaminantes?
- ¿Por qué el agua es el medio de transmisión?
- ¿Cómo se puede reducir el daño ocasionado?
- ¿Qué papel tiene la Química en la solución de este problema?
- ¿Qué repercusiones desde el punto de vista social tiene este problema en el lugar en el que se produjo la contaminación?
- ¿Cuál ha sido el papel de la sociedad en la detección, tratamiento y solución del problema de contaminación?

Para informar:

Resultaría muy interesante y enriquecedor para los alumnos y la comunidad educativa en general lograr que armen un blog sobre contaminación ambiental, registrando las conclusiones, las experiencias, incluyendo mapas, cuestionarios y videos producidos a lo largo de las actividades.

Los alumnos actúan como los expertos. La tarea de capacitar a los estudiantes para que apliquen procesos de resolución de problemas similares a los que emplean los expertos, sirve para que tomen conciencia de que están adquiriendo las destrezas necesarias para estudiar y trabajar en el siglo XXI. Uno de los aspectos más llamativos de las clases basadas en los modelos de enseñanza aquí descriptos es que los alumnos se comportan del mismo modo que los equipos de científicos, matemáticos, diseñadores u otros expertos en resolver problemas. Las actividades en estas clases reproducen las aplicaciones analíticas, interpretativas, creativas y expresivas de las herramientas de información que son crecientemente utilizadas en los ámbitos laborales modernos.

Sustancias iónicas y moleculares



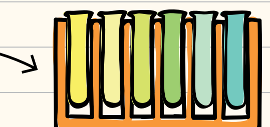
Antes de realizar el trabajo, es necesario buscar información sobre la estructura química, las propiedades y los usos de las sustancias a utilizar en el TP y de las normas de seguridad a tener en cuenta.

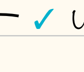
Objetivos

- ✓ Investigar la solubilidad y la conductividad eléctrica de algunas sustancias en solución o fundidas.
- ✓ Relacionar las propiedades observadas con el tipo de enlace predominante en las sustancias estudiadas.

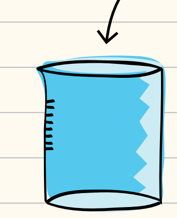
Materiales

- ✓ Una gradilla con diez tubos de ensayo



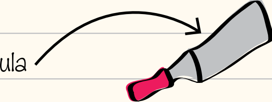


- ✓ Un vaso de precipitado de 100 ml o 200 ml



- ✓ Un circuito abierto (dos conexiones, una lamparita y pila)
- ✓ Agua destilada
- ✓ Pipetas
- ✓ Espátula





- ✓ Sustancias: fenol; benzofenona; fluoruro de calcio; nitrato de magnesio. 6 H_2O; acetato de sodio; tolueno o benceno

* Notas de seguridad

En este TP los alumnos trabajarán con varias sustancias peligrosas. Recomienden que consulten las safety cards antes de la clase de laboratorio. Aconsejen tomar las precauciones necesarias para manipular estas sustancias.

Cuestionario: sustancias iónicas y moleculares (para realizar antes de ir al laboratorio)

Marcar con una X en cada columna, según lo consideren para cada una de las siguientes afirmaciones.

	CORRECTO	INCORRECTO
Las sustancias covalentes pueden formar sólidos cristalinos.		
Las sustancias gaseosas a temperatura ambiente son covalentes.		
Dos gases pueden reaccionar para dar un sólido iónico.		
El HF es una sustancia iónica.		
Cualquier sustancia iónica se disuelve en agua y conduce la corriente eléctrica.		
Todas las sustancias iónicas tienen muy altos puntos de fusión.		
Todas las sustancias orgánicas son covalentes.		
Las sustancias inorgánicas pueden ser covalentes.		
Si una sustancia es iónica, forma cristales a temperatura ambiente.		
Si una sustancia forma cristales a temperatura ambiente, es iónica.		
Si una sustancia iónica se disuelve en agua, conducirá la corriente eléctrica.		
Si una sustancia es líquida a temperatura ambiente, no es iónica.		
Si una sustancia es insoluble en agua, es covalente.		
Si una sustancia es covalente, es insoluble en agua.		
Si una sustancia fundida no conduce la corriente eléctrica, seguro es covalente.		

Parte 1. Ensayo de solubilidad

1. Rotulen los tubos del uno al diez.
2. Viertan en cada uno de los cinco primeros tubos 4 ml de agua destilada, y en cada uno de los cinco tubos restantes 4 ml de tolueno / benceno.
3. Agreguen en los cinco primeros tubos aproximadamente 0,1 g de cada una de las sustancias a ensayar, en orden (ver cuadro en "Registro de resultados"), una sustancia distinta en cada tubo.
4. Repitan la operación del punto 3 con los tubos seis al diez que contienen tolueno / benceno.
5. Agiten todos los tubos y registren qué sustancias se disuelven en agua y cuáles en tolueno.

Parte 2. Conductividad

1. Preparen 100 ml de solución acuosa de concentración 1 M de cada una de las sustancias solubles en agua.
2. Introduzcan los terminales del circuito eléctrico dentro de la solución y determinen si la solución conduce o no la electricidad.
3. Repitan el paso 2 para todas las soluciones.

Registro de resultados

Luego de realizar los experimentos, completen el siguiente cuadro:

	FENOL	BENZOFE-NONA	FLUORURO DE CALCIO	NITRATO DE MAGNESIO	ACETATO DE SODIO
Fórmula					
Tipo de compuesto					
Cristalino (sí-no)					
Soluble en agua (sí-no)					
Soluble en Tolueno / benceno (sí-no)					
Conduce en agua (sí-no)					
Punto de fusión (°C)					
Conduce fundida (sí-no)					

¿Qué conclusiones pueden sacar a partir de las observaciones realizadas?

Parte 3. Muestras incógnitas

Ahora realicen las mismas pruebas (parte 1 y parte 2) a las sustancias desconocidas A y B. Con la información obtenida, clasifíquenlas como iónicas o moleculares. Luego, completen el siguiente cuadro:

	A	B
Cristalino (sí-no)		
Soluble en agua (sí-no)		
Soluble en tolueno / benceno (sí-no)		
Conduce en agua (sí-no)		
Punto de fusión (° C)		
Conduce fundida (sí-no)		
Tipo de compuesto (iónico-covalente)		

¿Qué conclusiones pueden sacar a partir de las observaciones realizadas?

En este punto, luego del debate sobre las conclusiones de cada uno de los grupos, el docente puede "descubrir" las sustancias incógnitas, es decir, revelar el nombre de las sustancias A y B. Con este nuevo dato los alumnos cotejarán sus conclusiones con la información que infieren de las estructuras de dichas sustancias. En caso de que no haya coincidencia, o que no puedan explicar las diferencias entre ambos datos, se les puede solicitar que investiguen sobre cada una de ellas y ver si a partir de esta nueva información pueden explicar los resultados obtenidos.

El objetivo principal es que puedan realizar una explicación adecuada de los datos experimentales a partir de la teoría que describe la relación entre estructura química y propiedades y sobre todo, que comprendan que esta adecuación entre teoría y experiencia es una buena aproximación dado el nivel en el que se está operando. Existen otros aspectos (como el kps) que por su complejidad o irrelevancia para este nivel de estudios no se tienen en cuenta y que la conexión estructura-propiedades no es lineal y directa.

Para que se logre una adecuada comprensión de estos fenómenos, sugerimos que alguna de las sustancias iónicas utilizadas en el trabajo práctico sea muy poco soluble en agua, para que genere en los alumnos una contradicción entre los resultados esperados y los obtenidos, y esto los lleve a buscar nueva información que les permita aclarar el problema.



Burbules, Nicholas C. y Thomas A. Callister: *Educación: riesgos y promesas de las nuevas tecnologías de la información*, Barcelona, Granica, 2001.

Echeverría, Javier: *La revolución tecnocientífica*, Madrid, FCE, 2003.

García Pérez, Francisco: "Las competencias profesionales para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias sociales ante el reto europeo y la globalización", Simposio Internacional de Didáctica de las Ciencias Sociales, Bilbao, 2007.

Latour, Bruno: *Ciencia en acción. Cómo seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad*, Barcelona, Labor, 1992.

Manassero, M. A., A. Vázquez y J. A. Acevedo: "Evidences for Consensus on the Nature of Science Issues", en R. M. Jan Iuk y E. Sam Onek-Miciuk (eds.), *Science and Technology Education for a Diverse World – dilemmas, needs and partnerships*, International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) XI Symposium Proceeding, Marie Curie-Sklodowska University Press, Lublin, Poland, 2004.

Matthews, Michael R.: "The Nature of Science and Science Teaching", en B. J. Fraser y K. G. Tobin (eds.), *International Handbook of Science Education*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1998.

Mc Comas W. F., M. P. Clough y H. Alma Zroa: "The Role and Character of the Nature of Science in Science Education", en W. F. Mccomas (ed.), *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1998.

Pozo Municio, Ignacio: *Aprendices y maestros. La nueva cultura del aprendizaje,* Madrid, Alianza, 1996.

Pozo Municio, Ignacio y Miguel Á. Gómez Crespo: *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*, Madrid, Morata, 1998.

Revista Eureka, vol. 2, n.° 2, 2005.

Sánchez-Ron, José M.: *El poder de la ciencia.* Madrid, Alianza, 1992.

Waks, L. J.: "Las relaciones escuela-comunidad y su influencia en la educación en valores en CTS", en A. Alonso, I. Ayestarán y N. Ursúa (eds.), *Para comprender ciencia, tecnología y sociedad*, Estella, EVD, 1996.

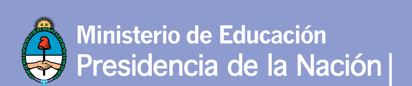
Ziman, John: *Real science: What it is and What it Means*, Cambridge, Cambridge University Press, 2000.

Serie para la enseñanza en el modelo 1 a 1













material de distribución gratuita